

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Dezember 2004 (23.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/111433 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 47/02,  
51/06, 47/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000848

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. April 2004 (23.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 26 046.3 10. Juni 2003 (10.06.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOECKING,  
Friedrich [DE/DE]; Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).

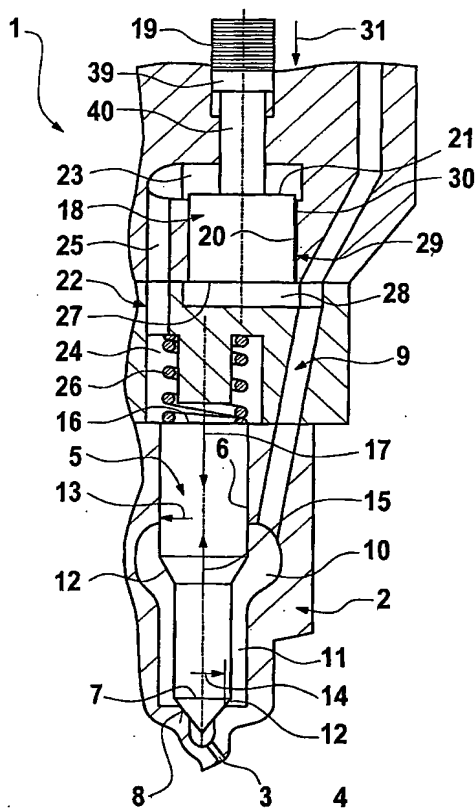
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INJECTOR FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: EINSPRITZDÜSE FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to an injector (1) for an internal combustion engine, particularly in a motor vehicle, comprising a nozzle body (2) having at least one injection hole (3), in addition to an injector needle (5) that is guided in a needle guide (6), by means of which the injection of fuel through said injection hole (3) can be controlled. The invention aims at providing a particularly simple construction of said injector (1). This is achieved in that a control piston (18) drivingly coupled to an actuator (19) has a first control surface (21), an injector needle (5) has a compensation surface (16), which is hydraulically coupled to the first control surface (21) by means of a hydraulic path (22) and the first control surface (21) can be hydraulically coupled to a feed line (9) by means of a second hydraulic path (29), said feed line delivering fuel at high pressure to the injection hole (3).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit einem Düsenkörper (2), der mindestens ein Spritzloch (3) aufweist, und mit einer in einer Nadelführung (6) geführten Düsennadel (5), mit der die Einspritzung von Kraftstoff durch das Spritzloch (3) steuerbar ist. Für die Einspritzdüse (1) kann ein besonders einfacher Aufbau erreicht werden, wenn ein mit einem Aktor (19) antriebsgekoppelter Steuerkolben (18) eine erste Steuerfläche (21) aufweist, wenn die Düsennadel (5) eine Kompensatorfläche (16) aufweist, die über einen ersten Hydraulikpfad (22) mit der ersten Steuerfläche (21) hydraulisch gekoppelt ist, und wenn die erste Steuerfläche (21) über einen zweiten Hydraulikpfad (29) mit einer Zuführungsleitung (9) hydraulisch koppelbar ist, die dem Spritzloch (3) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt.



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

5

10 Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

20 Eine derartige Einspritzdüse ist beispielsweise aus der DE 100 60 836 C1 bekannt und besitzt einen Düsenkörper, der mindestens ein Spritzloch aufweist. Der Düsenkörper enthält außerdem eine Nadelführung, in der eine Düsennadel geführt ist. Mit der Düsennadel ist die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch steuerbar. Bei der bekannten Einspritzdüse ist in einer Zuführungsleitung, die  
25 dem wenigstens einen Spritzloch unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt, ein Steuerventil angeordnet, mit dem die Kraftstoffzuführung durch die Zuführungsleitung zu dem wenigstens einen Spritzloch gesteuert werden kann. Dieses Steuerventil ist zu seiner Betätigung mit einem Aktor  
30 antriebsgekoppelt. Die Düsennadel trägt an ihrem vom wenigstens einen Spritzloch abgewandten Ende einen Steuerkolben, der in einem Steuerraum hubverstellbar geführt ist. Dieser Steuerraum kommuniziert zum einen mit der mit dem Steuerventil steuerbaren Zuführungsleitung. Zum anderen geht vom Steuerraum eine zweckmäßig gedrosselte  
35

Ablaufleitung ab, die zu einem Leckölraum führt und die mit einem Schieber steuerbar ist. Dieser Schieber bildet dabei einen Bestandteil des Steuerventils und wird somit gemeinsam mit dem Steuerventil vom Aktor betätigt. Die Düsennadel besitzt an ihrem dem wenigstens einen Spritzloch zugewandten Ende eine Druckstufe, die bei einer Druckbeaufschlagung in Öffnungsrichtung der Düsennadel wirkt.

Bei einer Nichtansteuerung des Aktuators schließt das Steuerventil die Zuführungsleitung und der Schieber öffnet die Ablaufleitung. Die Düsennadel ist dann mittels Federkraft in ihre Schließstellung vorgespannt; das wenigstens eine Spritzloch ist somit geschlossen.

Bei einer Teilansteuerung des Aktors hebt das Steuerventil vom zugehörigen Sitz ab, wodurch die Zuführungsleitung geöffnet ist und an der Druckstufe der Düsennadel der hohe Kraftstoffdruck angreifen kann. Im Steuerraum kann sich dabei der hohe Kraftstoffdruck nicht aufbauen, da die Ablaufleitung noch offen ist. Dementsprechend überwiegen an der Düsennadel die Öffnungskräfte, so dass die Düsennadel öffnet und eine Einspritzung stattfindet.

Bei einer Vollansteuerung des Aktors öffnet das Steuerventil weiter und der Schieber sperrt die Ablaufleitung. Dementsprechend kann sich nun auch im Steuerraum der hohe Kraftstoffdruck aufbauen, so dass nunmehr die Schließkräfte an der Düsennadel überwiegen und diese in die Schließstellung antreiben. Der hierbei erforderliche Aufwand zum Betätigen der Düsennadel ist relativ groß.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass

die Düsennadel durch die Betätigung des Steuerkolbens direkt gesteuert werden kann. Ermöglicht wird dies dadurch, dass sowohl an einer Kompensatorfläche der Düsennadel als auch an einer Steuerfläche des Steuerkolbens der hohe  
5 Kraftstoffdruck anliegt, wobei die Steuerfläche und die Kompensatorfläche über einen entsprechenden Hydraulikpfad miteinander gekoppelt sind. Das bedeutet, dass eine Druckänderung an der Steuerfläche, die durch eine Betätigung des Aktors, also des Steuerkolbens ausgelöst wird, auch  
10 direkt an der Kompensatorfläche der Düsennadel wirksam ist, wodurch sich direkt das Kräftegleichgewicht an der Düsennadel zum Öffnen bzw. zum Schließen der Düsennadel ändert. Der Aufwand zur Realisierung einer derartigen direkten Düsennadelsteuerung ist erheblich reduziert.

15 Von besonderem Vorteil ist eine Ausführungsform, bei welcher die Düsennadel eine Druckstufe aufweist, die erfindungsgemäß permanent mit der Zuführungsleitung hydraulisch verbunden ist. Auf diese Weise herrscht an der Düsennadel stets eine  
20 in Öffnungsrichtung gerichtete Kraftkomponente, die zur Unterstützung der Öffnungsbewegung der Düsennadel unmittelbar zur Verfügung steht.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann der Steuerkolben zum Öffnen der Düsennadel so betätigt werden, dass an der der Düsennadel zugeordneten ersten Kompensatorfläche der anliegende Druck abfällt. Bei dieser Ausführungsform treibt der Aktor den Steuerkolben in diejenige Richtung an, in welche die dem Steuerkolben  
30 zugeordnete erste Steuerfläche durch den daran anliegenden Kraftstoffhochdruck ohnehin vorgespannt ist. D.h. durch die Betätigung des Aktors gibt die erste Steuerfläche in Richtung der daran angreifenden Druckkräfte nach. Folglich muss der Aktor keine Stellkräfte erzeugen, sondern lediglich  
35 eine hinreichend schnelle Verstellung des Steuerkolbens

bewirken. Diese Ausführungsform ist von Vorteil, da der Kraftstoff bei modernen Einspritzanlagen zwischenzeitlich mit sehr hohen Drücken, z.B. 800 bar (???), über die Zuführungsleitung dem wenigstens einen Spritzloch zugeführt wird.

Eine zweckmäßige Weiterbildung charakterisiert sich dadurch, dass der Steuerkolben über eine Antriebsstange mit dem Aktor antriebsgekoppelt ist, wobei der Aktor als Hohlaktor ausgebildet ist, durch den die Antriebsstange zentral hindurchgeführt ist. Die Antriebsstange trägt an einer vom Steuerkolben abgewandten Seite des Aktors einen vom Aktor antreibbaren Antriebskolben, wobei der Aktor so ausgebildet und angeordnet ist, dass er bei seiner Betätigung den Antriebskolben in einer Öffnungshubrichtung der Düsennadel antreibt. Durch die vorgeschlagene Bauweise ist es möglich, den Steuerkolben in der Öffnungsrichtung der Düsennadel anzutreiben, was zur Erzeugung eines Druckabfalls an der ersten Steuerfläche vorteilhaft sein kann.

Bei einer speziellen Ausführungsform können die erste Steuerfläche und die erste Kompensatorfläche in einem gemeinsamen Umsetzraum angeordnet sein, wobei dann der Steuerkolben und der Kompensator Kolben koaxial ineinander geführt sind. Bei dieser Ausführungsform ist der erste Hydraulikpfad extrem kurz, da er quasi noch innerhalb des Umsetzraums realisiert ist. Die Düsennadel wird dadurch besonders direkt angesteuert.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteil der erfindungsgemäßen Einspritzdüse ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzdüse sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf  
5 gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 bis 5 jeweils einen stark vereinfachten Prinzip-  
Längsschnitt durch eine Einspritzdüse nach  
10 der Erfindung, bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

15 Entsprechend Fig. 1 besitzt eine erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 einen Düsenkörper 2, der mit wenigstens einem Spritzloch 3 ausgestattet ist. Es ist klar, dass der  
Düsenkörper 2 regelmäßig mehr als ein Spritzloch 3 aufweist. Durch das wenigstens eine Spritzloch 3 kann die  
20 Einspritzdüse 1 Kraftstoff in einen Brennraum oder Gemischbildungsraum 4 einspritzen. Zur Steuerung des wenigstens einen Spritzlochs 3 enthält der Düsenkörper 2 eine einzige Düsennadel 5, die im Düsenkörper 2 in einer  
Nadelführung 6 hubverstellbar geführt ist. Die Düsennadel 5  
25 wirkt an ihrer, dem wenigstens einen Spritzloch 3 zugewandten Düsenspitze 7 mit einem Dichtsitz 8 zusammen, der im Düsenkörper 2 ausgebildet ist und üblicherweise eine Kreisringform besitzt.

30 Im Düsenkörper 2 ist eine Zuführungsleitung 9 ausgebildet, die im Düsenkörper 2 zu einem Düsenraum 10 führt und mit Kraftstoff versorgt wird, der unter einem hohen Druck steht. Üblicherweise ist die Zuführungsleitung 9 an eine für  
mehrere Einspritzdüsen 1 gemeinsame Hochdruckleitung  
35 angeschlossen, sogenanntes „Common-Rail-Prinzip“. Die

gemeinsame Hochdruckleitung wird dabei mittels einer gemeinsamen Hochdruckpumpe gespeist. Ebenso ist es möglich, auf andere Weise die Zuführungsleitung 9 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff zu versorgen. Beispielsweise kann die Zuführungsleitung 9 direkt an eine Hochdruckpumpe angeschlossen sein.

Der Düsenraum 10 ist über einen Ringraum 11 mit dem wenigstens einen Einspritzloch 3 verbindbar, wobei zwischen dem Ringraum 11 und dem wenigstens einen Spritzloch 3 der Dichtsitz 8 angeordnet ist. Die Düsennadel 5 besitzt im Düsenraum 10 und im Ringraum 11 eine Druckstufe 12, die dem wenigstens einen Spritzloch 3 zugewandt ist. Die Druckstufe 12 ist die Differenz aus einer Führungsfläche 13 im Querschnitt der Nadelführung 6 abzüglich einer Dichtfläche 14 im Dichtsitz 8. Im Betrieb der Einspritzdüse 1 liegt an der Druckstufe 12 permanent der Kraftstoffhochdruck an, so dass die Düsennadel 5 mit einer Öffnungskraft, die in ihrer durch einen Pfeil symbolisierten Öffnungsrichtung 15 wirkt, belastet ist.

Der Düsennadel 5 ist eine erste Kompensatorfläche 16 zugeordnet, die zur Einleitung von Druckkräften in die Düsennadel 5 dient. Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist die erste Kompensatorfläche 16 an der Düsennadel 5 selbst ausgebildet, und zwar an einer von dem wenigstens einen Spritzloch 3 abgewandten Seite. Dementsprechend wirkt die erste Kompensatorfläche 16 bei einer Druckbeaufschlagung in einer durch einen Pfeil symbolisierten Schließrichtung 17 der Düsennadel 5. Die erste Kompensatorfläche 16 ist hier größer als die Druckstufe 12, so dass es zum Schließen bzw. zum Geschlossenhalten der Düsennadel 5 ausreicht, an der ersten Kompensatorfläche 16 den Kraftstoffhochdruck anzulegen.



Die Einspritzdüse 1 enthält außerdem einen Steuerkolben 18, der mit einem Aktor 19 antriebsgekoppelt ist. Der Aktor oder Aktuator 19 dient zum Verstellen des Steuerkolbens 18 und kann beispielsweise als Piezzoaktuator ausgebildet sein. Der Aktor 19 treibt dabei einen Antriebskolben 39 an, der fest mit einer Antriebsstange 40 verbunden ist, die ihrerseits fest mit dem Steuerkolben 18 verbunden ist. Grundsätzlich sind jedoch auch andere Antriebskopplungen zwischen Aktor 19 und Steuerkolben 18 durchführbar.

Der Steuerkolben 18 ist in einer Steuerkolbenführung 20 hubverstellbar im Düsenkörper 2 gelagert und besitzt eine erste Steuerfläche 21. Im Düsenkörper 2 ist ein erster Hydraulikpfad 22 ausgebildet, der die erste Steuerfläche 21 hydraulisch mit der ersten Kompensatorfläche 16 koppelt. Unter einer hydraulischen Kopplung wird im vorliegenden Fall eine Druckübertragungsstrecke verstanden, die den an der ersten Steuerfläche 21 anliegenden Druck bis zur ersten Kompensatorfläche 16 übertragen kann und umgekehrt.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist die erste Steuerfläche 21 in einem ersten Steuerraum 23 angeordnet und darin mit einem Druck beaufschlagbar. In entsprechender Weise ist auch die erste Kompensatorfläche 16 in einem ersten Kompensatorraum 24 angeordnet und dort mit einem Druck beaufschlagbar. Der erste Steuerraum 21 kommuniziert mit dem ersten Kompensatorraum 24 über eine Verbindungsleitung 25. Im vorliegenden Fall führt der erste Hydraulikpfad 22 somit durch den ersten Steuerraum 23, die Verbindungsleitung 25 und den ersten Kompensatorraum 24.

Im ersten Kompensatorraum 24 ist außerdem eine Rückstellfeder 26 angeordnet, die sich einenends am Düsenkörper 2 und anderenends an der ersten

Kompensatorfläche 16 abstützt und die Düsennadel 5 in deren Schließrichtung 17 antreibt.

5 Die erste Steuerfläche 21 ist am Steuerkolben 18 an einer vom wenigstens einen Spritzloch 3 abgewandten Seite angeordnet. Der Steuerkolben 18 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform außerdem mit einer zweiten Steuerfläche 27  
10 ausgestattet, die der ersten Steuerfläche 21 gegenüber liegt und somit dem wenigstens einen Spritzloch 3 zugewandt ist. Die zweite Steuerfläche 27 ist in einem zweiten Steuerraum 28 angeordnet und dort mit einem Druck beaufschlagbar. Der zweite Steuerraum 28 kommuniziert mit der Zuführungsleitung  
15 9, so dass im zweiten Steuerraum 28 der Kraftstoffhochdruck herrscht.

15 Im Düsenkörper 2 ist außerdem ein zweiter Hydraulikpfad 29 ausgebildet, über den der erste Steuerraum 23 mit dem zweiten Steuerraum 28 bzw. mit der Zuführungsleitung 9  
20 hydraulisch gekoppelt ist. Das bedeutet, dass der Kraftstoffhochdruck der Zuführungsleitung 9 bzw. des zweiten Steuerraums 28 auch im ersten Steuerraum 23 herrscht. Bei der hier gezeigten speziellen Ausführungsform ist radial  
25 zwischen dem Steuerkolben 18 und der Steuerkolbenführung 20 ein Steuerkolbenbypass 30 ausgebildet, der den ersten Steuerraum 23 mit dem zweiten Steuerraum 28 verbindet. Dieser Steuerkolbenbypass 30 kann beispielsweise durch eine  
30 im Steuerkolben 18 und/oder in der Steuerkolbenführung 20 ausgebildete axiale Nut oder durch ein entsprechendes Radialspiel zwischen Steuerkolben 18 und Steuerkolbenführung  
30 20 ausgebildet sein. Der Steuerkolbenbypass 30 stellt dabei eine gedrosselte Verbindung zwischen den beiden Steuerräumen 23 und 28 her. Das bedeutet, dass der Steuerkolbenbypass 30 bei statischen Zuständen, also bei stehendem oder nur  
35 geringer Geschwindigkeit verstelltem Steuerkolben 18 einen Druckausgleich zwischen den Steuerräumen 23 und 28

ermöglicht. Bei dynamischen Vorgängen, also bei Stellbewegungen des Steuerkolbens 18 mit vergleichsweise hoher Stellgeschwindigkeit kann der gedrosselte Steuerkolbenbypass 30 einen Druckausgleich zwischen den Steuerräumen 23 und 28 nur deutlich verzögert ermöglichen.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 1 arbeitet wie folgt:

In einem in Fig. 1 gezeigten Ausgangszustand ist der Aktor 19 unbetätigt, so dass der Steuerkolben 18 still steht. Die Zuführungsleitung 9 ist mit dem Kraftstoffhochdruck beaufschlagt, so dass der hohe Kraftstoffdruck auch im Düsenraum 10, im Ringraum 11 sowie im zweiten Steuerraum 28 herrscht. Im statischen Zustand kann der zweite Hydraulikpfad 29 einen Druckausgleich zwischen den Steuerräumen 23 und 28 ermöglichen, so dass dementsprechend auch im ersten Steuerraum 23 der Kraftstoffhochdruck herrscht. Über den ersten Hydraulikpfad 22 herrscht der Kraftstoffhochdruck folglich dann auch im ersten Kompensatorraum 24. An der Düsennadel 5 wirkt zum einen in Schließrichtung 17 der Brennstoffhochdruck mit der ersten Kompensatorfläche 16 zusammen. Zum andern wirkt der Kraftstoffhochdruck im Düsenraum 10 und im Ringraum 11 mit der Druckstufe 12 in der Öffnungsrichtung 15 zusammen. Da die erste Kompensatorfläche 16 größer ist als die Druckstufe 12 ergibt sich an der Düsennadel 5 insgesamt eine in Schließrichtung 17 wirksame resultierende Kraft. Darüber hinaus wirkt auch die Rückstellfeder 26 in der Schließrichtung 17 auf die Düsennadel 5 ein. Dementsprechend ist die Düsennadel 15 an ihrer Nadelspitze 17 in den Dichtsitz 8 gedrückt. Die Düsennadel 5 ist somit geschlossen und trennt das wenigstens eine Spritzloch 3 vom Ringraum 11 bzw. von der Kraftstoffzuführung 9 ab.

Um eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine Spritzloch 3 in den Brennraum 4 zu erzeugen, wird der Aktor 19 betätigt, wodurch dieser den Steuerkolben 18 zur Durchführung eines durch einen Pfeil symbolisierten Öffnungshubs 31 antreibt. Durch den Öffnungshub 31, der mit einer relativ hohen Stellgeschwindigkeit durchgeführt wird, verkleinert sich zum einen das Volumen des zweiten Steuerraums 28. Der dadurch verdrängte Kraftstoff kann in die Zuführungsleitung 9 entweichen. Durch den Öffnungshub 31 vergrößert sich zum andern das Volumen des ersten Steuerraums 23. Da der zweite Hydraulikpfad 29 bei dynamischen Vorgängen keinen oder nur einen verzögerten Druckausgleich zwischen den Steuerräumen 23 und 28 ermöglicht, kommt es folglich im ersten Steuerraum 23 zu einem Druckabfall. Dieser Druckabfall pflanzt sich über den ersten Hydraulikpfad 22 direkt in den ersten Kompensatorraum 24 fort, so dass an der ersten Kompensatorfläche 16 nur noch ein reduzierter Druck wirksam ist. Der Öffnungshub 31 ist dabei so gewählt, dass sich durch den Druckabfall an der ersten Kompensatorfläche 16 die Kräftebilanz an der Düsenadel 5 soweit ändert, dass nunmehr eine in Öffnungsrichtung 15 wirksame resultierende Kraft entsteht. Das bedeutet, dass der nach wie vor an der Druckstufe 12 wirksame Kraftstoffhochdruck an der Düsenadel 5 überwiegt. Dementsprechend hebt die Düsenadel 5 vom Sitz 8 ab, d.h., die Düsenadel 5 öffnet. Dementsprechend kann nun Kraftstoff unter hohem Druck bis zum wenigstens einen Spritzloch 3 gelangen und von diesem in den Brennraum 4 eindüsen.

Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor 19 wieder zurückgestellt. Dementsprechend verkleinert sich das Volumen im ersten Steuerraum 23, mit der Folge, dass im ersten Steuerraum 23 der Druck ansteigt. Dieser Druckanstieg pflanzt sich durch den ersten Hydraulikpfad 22 wieder bis zur ersten Kompensatorfläche 16 fort. Der hierbei

entstehende Druck kann durchaus über dem Kraftstoffhochdruck liegen. Desweiteren unterstützt auch die Rückstellfeder 26 die Schließbewegung der Düsennadel 5. Insgesamt ergibt sich an der Düsennadel 5 jedenfalls eine in Schließrichtung 17 wirksame resultierende Kraft. Es ist klar, dass das Öffnen und Schließen der Düsennadel 5 innerhalb sehr kurzer Zeit, also mit einer hohen Dynamik erfolgt, so dass über den zweiten Hydraulikpfad 29 zwar in geringen Maßen Kraftstoff vom zweiten Steuerraum 28 in den ersten Steuerraum 23 überströmen kann, jedoch keinesfalls soviel, dass sich im ersten Steuerraum 23 dadurch ein das Schließen der Düsennadel 5 bewirkender Druckanstieg ausbilden kann.

Die Einspritzdüse 1 entsprechend Fig. 1 zeichnet sich durch einen besonders einfachen Aufbau aus, der außerdem eine direkte Ansteuerung der Düsennadel 5 über den Steuerkolben 8 ermöglicht. Wichtig ist dabei, dass auch bei geschlossener Düsennadel 5 an deren Druckstufe 12 der Kraftstoffhochdruck wirksam ist. Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform außerdem, dass die erste Kompensatorfläche 16 bei einer Druckbeaufschlagung in der Schließrichtung 17 wirkt, so dass zum Öffnen der Düsennadel 5 lediglich eine Druckabsenkung an der ersten Kompensatorfläche 16 erforderlich ist. Die zur Erzeugung einer Druckabsenkung erforderlichen Kräfte sind jedoch vergleichsweise gering, so dass insgesamt sehr kurze Stellzeiten realisierbar sind.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1, wobei wegen der Übereinstimmungen mit dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 hinsichtlich Bauteilen und Funktionen auf das betreffend zu Fig. 1 gesagte verwiesen und nachfolgend im wesentlichen nur die Unterschiede erläutert werden.

Entsprechend Fig. 2 ist bei dieser Ausführungsform der Einspritzdüse 1 die erste Kompensatorfläche 16 an einem Kompensatorkolben 32 ausgebildet, der in einer Kompensatorkolbenführung 33 im Düsenkörper 2 hubverstellbar geführt ist und der mit der Düsennadel 5 antriebsgekoppelt ist. Vorzugsweise ist der Kompensatorkolben 32 fest mit der Düsennadel 5 verbunden und kann insbesondere mit dieser einstückig oder einteilig hergestellt sein. Ebenso ist es grundsätzlich möglich, Düsennadel 5 und Kompensatorkolben 32 so anzuordnen, dass sie stirnseitig aneinander anliegen, ohne fest miteinander verbunden zu sein. Die herrschenden Druckverhältnisse können dabei bewirken, dass sich Düsennadel 5 und Kompensatorkolben 32 gemeinsam verstellen, wobei stets Kräfte angreifen, welche die beiden Komponenten an ihren Stirnseiten aneinander drücken.

Desweiteren ist hier bemerkenswert, dass die erste Kompensatorfläche 16 wie die Druckstufe 12 dem wenigstens einen Spritzloch 3 zugewandt ist und somit bei einer Druckbeaufschlagung in der Öffnungsrichtung 15 wirkt. Der Kompensatorkolben 32 weist an einer vom wenigstens einen Spritzloch 3 abgewandten Seite eine zweite Kompensatorfläche 34 auf, die dementsprechend der ersten Kompensatorfläche 16 gegenüberliegt. Die zweite Kompensatorfläche 34 ist in einem zweiten Kompensatorraum 35 angeordnet und dort mit einem Druck beaufschlagbar. Der zweite Kompensatorraum 35 kommuniziert mit der Zuführungsleitung 9, so dass im zweiten Kompensatorraum 35 permanent der Kraftstoffhochdruck herrscht. Der an der zweiten Kompensatorfläche 34 wirksame Kraftstoffhochdruck erzeugt eine in Schließrichtung 17 wirksame Kraft an der Einheit aus Kompensatorkolben 32 und Düsennadel 5.

Der erste Hydraulikpfad 22 führt auch hier wieder von der ersten Kompensatorfläche 16 durch den ersten Kompensatorraum

24, durch die Verbindungsleitung 25 und durch den ersten  
Steuerraum 23 zur ersten Steuerfläche 21. Der zweite  
Hydraulikpfad 29 koppelt zwar die erste Steuerfläche 21 mit  
der Zuführungsleitung 9, führt bei dieser Ausführungsform  
jedoch durch eine Einspeisleitung 36, in der ein  
Einspeisventil 37 angeordnet ist. Das Einspeisventil 37 ist  
hier als Rückschlagsperrventil ausgebildet, das zur  
Zuführungsleitung 9 hin sperrt und zum ersten Steuerraum 23  
hin öffnet und das außerdem in seine Sperrrichtung  
federbelastet ist.

Desweiteren ist bei dieser Ausführungsform eine weitere Feder  
38 gezeigt, die zur Rückstellung des Steuerkolbens 18 dient  
und sich einerseits am Düsenkörper 2 und andererseits am  
Antriebskolben 39 abstützt.

Die in Fig.2 gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen  
Einspritzdüse 1 arbeitet wie folgt:

In dem in Fig. 2 gezeigten Ausgangszustand ist die  
Düsennadel 5 geschlossen, d.h. die Nadelspitze 7 sitzt im  
Dichtsitz 8 und trennt dadurch das wenigstens eine  
Spritzloch 3 von der Zuführungsleitung 5. Im Ausgangszustand  
ermöglicht die Einspeisleitung 36 einen Druckausgleich  
zwischen der Zuführungsleitung 9 und dem ersten Steuerraum  
23, so dass im ersten Steuerraum 23 im wesentlichen der  
Kraftstoffhochdruck herrscht. Über den ersten Hydraulikpfad  
22 steht der Kraftstoffhochdruck auch an der ersten  
Kompensatorfläche 16 an. Desweiteren herrscht im zweiten  
Kompensatorraum 35 permanent der Kraftstoffhochdruck, so  
dass dieser auch an der zweiten Kompensatorfläche 34  
anliegt. Die Kompensatorflächen 16, 34 und die Druckstufe 12  
sind so aufeinander abgestimmt, dass sich im Ausgangszustand  
an der Düsennadel 5 bzw. an der Einheit aus  
Kompensatorkolben 32 und Düsennadel 5 eine resultierende

Kraft einstellt, die in der Schließrichtung 17 wirkt.  
Dementsprechend ist die Düsennadel 5 mit ihrer Nadelspitze 7  
gegen den Dichtsitz 8 gedrückt. Darüber hinaus wirkt auch  
die Rückstellfeder 26 in die Schließrichtung und übt eine  
zusätzliche Schließkraft auf die Düsennadel 5 aus.

Zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum 4 wird nun  
der Aktor 19 betätigt, derart, dass der Steuerkolben 18  
wieder einen Öffnungshub 31 ausführt. Hierbei dringt der  
Steuerkolben 18 mit seiner ersten Steuerfläche 21 tiefer in  
den ersten Steuerraum 23 ein, wodurch das Volumen des ersten  
Steuerraums 23 abnimmt. Hierdurch entsteht im ersten  
Steuerraum 23 ein Druckanstieg, der zum einen das  
Einspeisventil 37 sperrt und dadurch ein Entweichen des  
Kraftstoffs vom ersten Steuerraum 23 durch die  
Einspeisleitung 36 in die Zuführungsleitung 9 verhindert.  
Zum anderen pflanzt sich der ansteigende Druck vom ersten  
Steuerraum 23 unmittelbar in den ersten Kompensatorraum 24  
fort. Dementsprechend steigt auch der Druck an der ersten  
Kompensatorfläche 16, so dass die in der Öffnungsrichtung 15  
wirksamen Kräfte an der Einheit aus Kompensatorkolben 32 und  
Düsennadel 5 zunehmen. Im Unterschied dazu bleibt der Druck  
im zweiten Kompensatorraum 35 konstant, so dass die in  
Schließrichtung wirksamen Kräfte auf die Einheit aus  
Kompensatorkolben 32 und Düsennadel 5 konstant bleiben. Der  
durch den Öffnungshub 31 bewirkte Druckanstieg ist so hoch,  
dass sich die Kräftebilanz an der Einheit aus  
Kompensatorkolben 32 und Düsennadel 5 dahingehend ändert,  
dass nunmehr eine in Öffnungsrichtung 15 wirksame  
resultierende Kraft entsteht. Folglich hebt die Düsennadel 5  
von ihrem Dichtsitz 8 ab und das wenigstens eine Spritzloch  
3 kommuniziert mit der Zuführungsleitung 9. Dementsprechend  
wird Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch 3 in  
den Brennraum 4 eingedüst.



Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor 19 zum Zurückstellen des Steuerkolbens 18 betätigt, wobei die Rückstellbewegung des Steuerkolbens 18 durch die Feder 38 unterstützt wird. Hierbei wird das Volumen des ersten 5 Steuerraums 23 wieder vergrößert, so dass in entsprechendem Maßen auch der Druck im ersten Steuerraum 23 wieder abfällt. Dieser Druckabfall pflanzt sich über den ersten Hydraulikpfad 22 wieder bis zum ersten Kompensatorraum 24 fort. Der damit einhergehende Druckabfall an der ersten 10 Kompensatorfläche 16 führt im folgenden erneut zu einer Änderung der Kräftebilanz an der Einheit aus Kompensatorkolben 32 und Düsenadel 5, dahingehend, dass wieder eine in Schließrichtung 17 wirksame resultierende Kraft entsteht. Die resultierende Druckkraft treibt somit 15 unterstützt durch die Rückstellfeder 26 die Einheit aus Kompensatorkolben 32 und Düsenadel 5 in die Schließstellung der Düsenadel 5 an. Sobald die Nadelspitze 7 wieder in ihren Dichtsitz 8 einfährt, ist das wenigstens eine Spritzloch 3 wieder von der Zuführungsleitung 9 getrennt, so 20 dass der Einspritzvorgang beendet ist.

Auch die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform zeichnet sich durch einen besonders einfachen Aufbau aus und arbeitet mit einer direkten Ansteuerung der Düsenadel 5. Im Unterschied 25 zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform wird bei der Variante gemäß Fig. 2 zum Öffnen der Düsenadel 5 der Druck an der ersten Kompensatorfläche 16 erhöht.

Der Druck im ersten Steuerraum 23 und somit im ersten 30 Kompensatorraum 24 kann beim Zurückstellen des Steuerkolbens 18 dabei im wesentlichen nicht unter den Kraftstoffhochdruck abfallen, da die Einspeisleitung 36 durch das entsprechende arbeitende Einspeisventil 37 einen entsprechenden Druckausgleich herbeiführt. 35

Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1, wobei wegen der Übereinstimmungen mit den vorhergehenden Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 1 und 2 hinsichtlich Bauteilen und Funktionen auf das betreffend zu den Fig. 1 und 2 gesagte verwiesen und nachfolgend im wesentlichen nur die Unterschiede erläutert werden.

Entsprechend Fig. 3 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform die erste Kompensatorfläche 16 am Kompensator Kolben 32 an einer vom wenigstens einen Spritzloch 3 abgewandten Seite angeordnet, so dass sie bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung 17 wirkt. Dementsprechend wirkt die gegenüberliegende zweite Kompensatorfläche 34 in Öffnungsrichtung 15. Die Rückstellfeder 26 ist bei dieser Ausführungsform dementsprechend im ersten Kompensatorraum 24 angeordnet und stützt sich am Düsenkörper 2 und an der ersten Kompensatorfläche 16 ab.

Das Einspeisventil 37 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform so aufgebaut, dass es bei einem Druckabfall im ersten Steuerraum 23 sperrt und dadurch ein Nachfließen von Kraftstoff von der Zuführungsleitung 9 in den ersten Steuerraum 23 verhindert. Eine Federanordnung 41 im Einspeisventil 37 sorgt dabei dafür, dass das Einspeisventil 37 bei einem weniger stark ausfallenden Druckabfall noch öffnen kann, um einen Druckausgleich zwischen erstem Steuerraum 23 und Zuführungsleitung 9 zu ermöglichen. Zusätzlich oder alternativ zum Einspeisventil 37 könnte die Einspeisleitung 36 auch eine Drosselstelle enthalten, die entsprechend dem gedrosselten Steuerkolbenbypass 30 der in Fig. 1 gezeigten Variante bei dynamischen Vorgängen den zweiten Hydraulikpfad 29 quasi sperrt und einen

Druckausgleich ermöglicht, wenn quasi statische Zustände vorliegen.

Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform ist der Aktor 19 als Hohlaktor ausgebildet, der eine zentrale Durchgangsöffnung 42 enthält, durch welche die Antriebsstange 40 hindurchgeführt ist. Der Antriebskolben 39 ist dann an einer vom Steuerkolben 18 abgewandten Seite des Aktors 19 an der Antriebsstange 40 befestigt. Durch diese Bauweise kann der Aktor 19 im Unterschied zu den vorangehend beschriebenen Ausführungsformen einen Öffnungshub 31 durchführen, der vom wenigstens einen Spritzloch 3 weggerichtet orientiert ist. Durch diese Bauweise wird der Steuerkolben 18 bei seinem Öffnungshub 31 somit in der Öffnungsrichtung 15 der Düsennadel 5 verstellt. Dies hat zur Folge, dass innerhalb der hydraulischen Kopplung zwischen Steuerkolben 18 und Kompensatorkolben 32 keine Krafrichtungsumkehr erforderlich ist.

Die in Fig. 3 gezeigte dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 arbeitet wie folgt:

In der in Fig. 3 gezeigten Ausgangslage ist die Düsennadel 5 geschlossen, d.h. ihre Nadelspitze 7 sperrt das wenigstens eine Spritzloch 3. An der Druckstufe 12 liegt der Kraftstoffhochdruck an. Ebenso herrscht im zweiten Kompensatorraum 35 der Kraftstoffhochdruck. Desweiteren ist beim vorliegenden statischen Zustand der zweite Hydraulikpfad 29 aktiv, so dass ein Druckausgleich zwischen Zuführungsleitung 9 und erstem Steuerraum 23 stattfinden kann. Dementsprechend herrscht der Kraftstoffhochdruck auch im ersten Steuerraum 23. Über den ersten Hydraulikpfad 22 herrscht der Kraftstoffhochdruck folglich auch im ersten Kompensatorraum 24. An der ersten Kompensatorfläche 16, an der zweiten Kompensatorfläche 34 und an der Druckstufe 12

liegt somit jeweils derselbe Druck, nämlich der Kraftstoffhochdruck an. Da die erste Kompensatorfläche 16 größer ist als die Summe aus zweiter Kompensatorfläche 34 und Druckstufe 12 überwiegt die Schließkraft, so dass die Kräftebilanz an der Einheit aus Kompensatorkolben 32 und Düsennadel 5 eine in Schließrichtung 17 wirksame resultierende Kraft ergibt. Hinzu kommt die in Schließrichtung wirkende Rückstellfeder 26.

Falls nun ein Einspritzvorgang durchgeführt werden soll, wird der Aktor 19 betätigt, so dass dieser den Steuerkolben 18 zur Durchführung des Öffnungshubs 31 antreibt. Der in der Öffnungsrichtung 15 wirkende Öffnungshub 31 bewirkt eine Vergrößerung des ersten Steuerraums 23, mit der Folge, dass im ersten Steuerraum 23 der Druck stark und schnell abfällt. Dieses dynamische Verhalten führt zu einem dazu, dass das Einspeisventil 37 sperrt und ein Nachfließen von Kraftstoff aus der Zuführungsleitung 9 in den ersten Steuerraum 23 verhindert. Über den ersten Hydraulikpfad 22 pflanzt sich zum anderen der sich im ersten Steuerraum 23 ausbildende Druckabfall bis in den ersten Kompensatorraum 24 fort. Dementsprechend reduziert sich die an der ersten Kompensatorfläche 16 in Schließrichtung 17 wirksame Kraft. Im Unterschied dazu herrscht an der Druckstufe 12 und an der zweiten Kompensatorfläche 34 nach wie vor der Kraftstoffhochdruck. Hierdurch ändert sich die Kräftebilanz an der Einheit aus Kompensatorkolben 32 und Düsennadel 5 dahingehend, dass eine in Öffnungsrichtung wirkende resultierende Kraft entsteht. Dementsprechend hebt die Düsennadel 5 von ihrem Dichtsitz 8 ab, so dass der unter Hochdruck stehende Kraftstoff ungehindert zum wenigstens einen Spritzloch 3 gelangt und über dieses in den Brennraum 4 eingedüst wird.

Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird nun der Aktor 19 so betätigt, dass er den Steuerkolben 18 wieder zurück verstellt. In der Folge verkleinert sich das Volumen des ersten Steuerraums 23, so dass dort der Druck wieder ansteigt. Die Federanordnung 41 im Einspeisventil 37 bewirkt gleichzeitig, dass im ersten Steuerraum 23 sehr schnell wieder der Kraftstoffhochdruck herrscht. Der durch die Rückstellung des Steuerkolbens 18 bewirkte Druckanstieg im ersten Steuerraum 23 wird durch den ersten Hydraulikpfad 22 unmittelbar in den ersten Kompensatorraum 24 übertragen, so dass die an der ersten Kompensatorfläche 16 wirksame Schließkraft wieder im wesentlichen bis auf den Ausgangswert ansteigt. Hinzu kommt die Kraftwirkung der Rückstellfeder 26. In der Folge ändert sich die Kräftebilanz an der Einheit aus Kompensator Kolben 32 und Düsennadel 5 erneut dahingehend, dass nunmehr wieder eine in Schließrichtung 17 wirksame resultierende Kraft entsteht. Dementsprechend fährt die Düsennadel 5 dann wieder in ihren Dichtsitz 8 ein und trennt das wenigstens eine Spritzloch 3 von der Zuführungsleitung 9.

Auch diese Ausführungsform zeichnet sich durch einen vergleichsweise einfachen Aufbau aus, wobei sie eine direkte Betätigung der Düsennadel 5 ermöglicht. Wie die Variante gemäß Fig. 1 wird auch bei dieser Ausführungsform zum Öffnen der Düsennadel 5 an der ersten Kompensatorfläche 16 ein Druckabfall erzeugt.

Fig. 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1, wobei wegen der Übereinstimmungen mit den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 1 bis 3 hinsichtlich Bauteilen und Funktionen auf das betreffend zu den Fig. 1 bis 3 gesagte verwiesen und nachfolgend im wesentlichen nur die Unterschiede erläutert werden.

Entsprechend Fig. 4 sind bei der hier gezeigten Variante die erste Steuerfläche 21 und die erste Kompensatorfläche 16 in einem gemeinsamen Umsetzraum 43 angeordnet und mit einem Druck beaufschlagbar. Dieser Umsetzraum 43 bildet somit sowohl den ersten Stellerraum 23 als auch den ersten Kompensatorraum 24. Bei dieser Bauweise ist der erste Hydraulikpfad 22 quasi innerhalb des Umsetzraums 43 ausgebildet.

Desweiteren sind Steuerkolben 18 und Kompensatorkolben 32 koaxial ineinander geführt, so dass es möglich ist, die ersten Steuerfläche 21 und die erste Kompensatorfläche 16 radial nebeneinander benachbart anzuordnen. Erreicht wird dies bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform dadurch, dass der Steuerkolben 18 als Hohlkolben ausgebildet ist, der in seinem Inneren die Kompensatorkolbenführung 33 aufweist, so dass der Kompensatorkolben 32 im Inneren des Steuerkolbens 18 hubverstellbar geführt ist.

Im Inneren des Steuerkolbens 18 ist außerdem der zweite Kompensatorraum 35 ausgebildet, in dem hier die Rückstellfeder 26 angeordnet ist und der in Richtung zum wenigstens einen Spritzloch 3 durch die zweite Kompensatorfläche 34 begrenzt ist. Die Rückstellfeder 26 stützt sich im zweiten Kompensatorraum 35 einerseits am Steuerkolben 18 und andererseits am Kompensatorkolben 32 ab und erzeugt auf diese Weise an der aus Kompensatorkolben 32 und Düsennadel 5 gebildeten Einheit eine in Schließrichtung 17 wirkende Vorspannung und am Steuerkolben 18 eine in Öffnungsrichtung 15 wirkende Vorspannung.

Der Steuerkolben 18 enthält wenigstens eine Querbohrung 44, die den zweiten Kompensatorraum 35 mit einer Ringnut 45 verbindet. Diese Ringnut 45 kommuniziert über eine

Verbindungsleitung 46 mit der Zuführungsleitung 9.  
Dementsprechend herrscht im zweiten Kompensatorraum 35 stets der Kraftstoffhochdruck.

5 Der zweite Hydraulikpfad 29 kann wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 wieder durch einen Steuerkolbenbypass 30 ausgebildet sein, der zwischen dem Steuerkolben 18 und der Steuerkolbenführung 20 angeordnet ist und hier die Ringnut 45 mit dem Umsetzraum 43 kommunizierend verbindet.

10 Zusätzlich oder alternativ kann auch ein Kompensatorkolbenbypass 47 vorgesehen sein, der radial zwischen dem Kompensatorkolben 32 und der Kompensatorkolbenführung 33 ausgebildet ist und der den zweiten Kompensatorraum 35 mit dem Umsetzraum 43  
15 kommunizierend verbindet. Der Steuerkolbenbypass 30 bzw. der Kompensatorkolben 47 ist/sind jeweils gedrosselt ausgestaltet, so dass nur bei quasi statischen Zuständen ein Druckausgleich zwischen dem Umsetzraum 43 einerseits und dem zweiten Kompensatorraum 35 und/oder der Ringnut 45  
20 andererseits erfolgt, während bei dynamischen Zuständen der jeweilige Bypass 30, 47 quasi gesperrt ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 ist der  
25 Kompensatorkolben 32 über eine Kolbenstange 48 mit der Düsennadel 5 verbunden. Im Übergangsbereich zwischen Kolbenstange 48 und Düsennadel 5 ist ein erster Leckageraum 49 ausgebildet, der über eine Leckageleitung 50 zu einem relativ drucklosen Reservoir, insbesondere Kraftstofftank, führt. Auf diese Weise können Leckagen, die entlang der  
30 Kolbenstange 48 vom Umsetzraum 43 in den ersten Leckageraum 49 oder vom Düsenraum 10 entlang der Düsennadel 5 in den ersten Leckageraum 49 gelangen, abgeführt werden, ohne dass es dabei zu kritischen Wechselwirkungen mit anderen Komponenten der Einspritzdüse 1 kommt.

Die Einspritzdüse 1 enthält außerdem einen zweiten Leckageraum 51, der ebenfalls an die Leckageleitung 50 angeschlossen ist und an der vom Umsetzraum 43 entgegengesetzten Seite des Steuerkolbens 18 im Düsenkörper 2 angeordnet ist. Leckagen, die von der Ringnut 45 entlang des Steuerkolbens 18 in den zweiten Leckageraum 51 gelangen, können so gefahrlos für den Aktor 19 abgeführt werden.

Die in Fig. 4 gezeigte vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 arbeitet wie folgt:

In der Fig. 4 gezeigten Ausgangsstellung ist die Düsennadel 5 geschlossen, d.h. ihre Nadelspitze 7 sitzt im Dichtsitz 8 und sperrt somit das wenigstens eine Spritzloch 3 von der Zuführungsleitung 9 ab. In diesem Ausgangszustand ist die Druckstufe 12 mit dem Kraftstoffhochdruck beaufschlagt. Desweiteren herrscht im zweiten Kompensatorraum 25 ebenfalls der Kraftstoffhochdruck. Über den zweiten Hydraulikpfad 29, also über den Steuerkolbenbypass 30 und/oder über den Kompensator Kolbenbypass 47 stellt sich im Umsetzraum 43 somit auch der Kraftstoffhochdruck ein. Im Ausgangszustand führt die Kräftebilanz an der aus Kompensator Kolben 32, Düsennadel 5 und Kolbenstange 48 gebildeten Einheit zu einer in Schließrichtung 17 wirkenden resultierenden Kraft. Dementsprechend ist die Düsennadel 5 mit einer entsprechenden Schließkraft in ihren Dichtsitz 8 gepresst.

Zur Durchführung eines Einspritzvorgangs wird nun der Aktor 19 so betätigt, dass er den Steuerkolben 18 zur Durchführung des Öffnungshubs 31 antreibt. Der Öffnungshub 31 ist hier wieder in Richtung des wenigstens einen Spritzlochs 3 orientiert, d.h., der Steuerkolben 18 dringt mit seiner ersten Steuerfläche 21 in den Umsetzraum 43 ein. In der Folge kommt es im Umsetzraum 43 zu einem Druckanstieg, der unmittelbar an der ersten Kompensatorfläche 16 angreift. Da



der Öffnungshub 31 mit einer hohen Dynamik erfolgt, kann der im Umsetzraum 43 ansteigende Druck über die gedrosselten Bypass-Wege 30, 47 nicht entweichen und ist somit unmittelbar an der ersten Kompensatorfläche 16 wirksam. Der Druckanstieg im Umsetzraum 43 hat daher zur Folge, dass sich die Kräftebilanz an der die Düsennadel 5 umfassenden Einheit dahingehend ändert, dass nunmehr eine in Öffnungsrichtung 15 wirksame resultierende Kraft entsteht. Dementsprechend hebt die Düsennadel 5 von ihrem Dichtsitz 8 ab. Folglich kann der unter Hockdruck stehende Kraftstoff zum wenigstens einen Spritzloch 3 gelangen und kann durch dieses in den Brennraum 4 eingedüst werden.

Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor 19 zum Zurückstellen des Steuerkolbens 18 angesteuert, der dementsprechend aus dem Umsetzraum 43 zurückfährt. In der Folge sinkt im Umsetzraum 43 der Druck rasch ab. Die Dynamik des Druckabfalls verhindert auch hier einen Druckausgleich über den gedrosselten zweiten Hydraulikpfad 29, so dass der Druckabfall unmittelbar auch an der ersten Kompensatorfläche 16 wirksam ist. In der Folge ändert sich wieder die Kräftebilanz an der die Düsennadel 5 umfassenden Einheit, derart, dass wieder eine in Schließrichtung 17 wirkende resultierende Kraft entsteht. Die Düsennadel 5 fährt dann wieder in ihren Dichtsitz 8 ein und sperrt das wenigstens eine Spritzloch 3. Auch diese Ausführungsform ermöglicht eine direkte Ansteuerung der Düsennadel 5, wobei der hierzu erforderliche Aufwand relativ gering gehalten ist.

Fig. 5 zeigt ein fünfte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1, wobei wegen der Übereinstimmungen mit den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen gemäß der Fig. 1 bis 4 hinsichtlich Bauteilen und Funktionen auf das betreffend zu den Fig. 1

bis 4 gesagte verwiesen und nachfolgend im wesentlichen nur die Unterschiede erläutert werden.

Bei der Variante gemäß Fig. 5 ist für die erste Steuerfläche 21 und für die erste Kompensatorfläche 16 wieder ein gemeinsamer Umsetzraum 43 vorgesehen, der gleichzeitig als erster Steuerraum 23 und erster Kompensatorraum 24 dient und im wesentlichen den ersten Hydraulikpfad 22 bildet. Im Unterschied zu der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ist bei der Variante gemäß Fig. 5 nicht der Steuerkolben 18, sondern der Kompensator Kolben 32 als Hohlkolben ausgebildet, so dass der Steuerkolben 18 zentrisch im Kompensator Kolben 32 hubverstellbar geführt ist. Dementsprechend ist die Steuerkolbenführung 20 an der Innenseite des Kompensator Kolbens 32 ausgebildet. Im Inneren des Kompensator Kolbens 32 ist außerdem wieder ein erster Leckageraum 54 angeordnet, in dem sich die Rückstellfeder 26 einerseits am Steuerkolben 18 und andererseits an einem Fortsatz 52 der Düsennadel 5 abstützt. Dieser Fortsatz 52 besitzt umfangsmäßig verteilt mehrere Längsnuten 53, über die der erste Leckageraum 54 mit einem zweiten Leckageraum 55 kommuniziert, der an eine Leckageleitung 56 angeschlossen ist. Die Leckageleitung 56 führt wie zuvor in ein relativ druckloses Reservoir.

Im Bereich des zweiten Leckageraums 55 ist der Kompensator Kolben 32 über Zapfen 57 mit der Düsennadel 5 antriebsgekoppelt. Wie bereits weiter oben zu der Variante gemäß Fig. 1 erläutert, reicht es aus, wenn der Kompensator Kolben 32 so mit der Düsennadel 5 antriebsgekoppelt ist, dass lediglich Druckkräfte übertragen werden können. Insbesondere kann es dann ausreichend sein, wenn der Kompensator Kolben 32 axial an den Zapfen 57 anliegt und diese axial an der Düsennadel 5 anliegen. Ebenso ist es zweckmäßig, die einzelnen Komponenten der gemeinsam

hubverstellbaren Einheit aus Kompensatorkolben 32, Zapfen 57 und Düsennadel 5 aneinander zu befestigen.

5 Der zweite Hydraulikpfad 29 ist bei der Variante gemäß Fig. 5 durch den Kompensatorkolbenbypass 47 geführt, der den Umsetzraum 43 mit der Ringnut 45 kommunizierend verbindet, wobei auch hier die hydraulische Kopplung über den zweiten Hydraulikpfad 29 gedrosselt erfolgt.

10 Die in Fig. 5 gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 arbeitet wie folgt:

15 In dem in Fig. 5 gezeigten Ausgangszustand schließt die Düsennadel 5 das wenigstens eine Spritzloch 3, in dem die Nadelspitze 7 im Dichtsitz 8 sitzt. Da das wenigstens eine Spritzloch 3 stromab des Dichtsitzes 8 angeordnet ist, ist es somit von der Zuführungsleitung 9 getrennt. Die Druckstufe 12 ist permanent mit dem Kraftstoffhochdruck beaufschlagt, der über die Verbindungsleitung 46 auch in der Ringnut 45 herrscht. Da der Ausgangszustand statisch ist, ist der zweite Hydraulikpfad 29 aktiv, so dass durch den gedrosselten Kompensatorkolbenbypass 47 ein Druckausgleich zwischen Ringnut 45 und Umsetzraum 43 stattfindet. Dementsprechend herrscht im Umsetzraum 43 ebenfalls der Kraftstoffhochdruck. Folglich stellt sich an der die Düsennadel 5 umfassenden hubverstellbaren Einheit eine Kräftebilanz ein, die zu einer in Schließrichtung 17 wirkenden resultierenden Kraft führt. Die Düsennadel 5 ist somit in ihren Dichtsitz 8 vorgespannt.

30 Zur Durchführung eines Einspritzvorgangs wird nun der Aktuator 19 betätigt, derart, dass der Steuerkolben 18 den Öffnungshub 31 durchführt. Der Steuerkolben 18 taucht somit tiefer in den Kompensatorkolben 32 ein, mit der Folge, dass sich die erste Steuerfläche 21 in Richtung des Öffnungshubs

35

31 verstellt. In der Folge kommt es im Umsetzraum 43 zu einem Druckabfall. Da der Öffnungshub 31 mit einer hohen Dynamik durchgeführt wird, kann über den Kompensator Kolbenbypass 47 kein ausreichender Druckausgleich stattfinden, so dass der zweite Hydraulikpfad 29 quasi gesperret ist. Dementsprechend kann sich der im Umsetzraum 43 ausbildende Druckabfall unmittelbar auf die erste Kompensatorfläche 16 übertragen. Folglich verändert sich die Kräftebilanz an der die Düsennadel 5 enthaltenden hubverstellbaren Einheit, derart, dass sich eine in Öffnungsrichtung 15 wirksame resultierende Kraft einstellt. Dementsprechend hebt die Düsennadel 5 von ihrem Dichtsitz 8 ab. Somit ist das wenigstens eine Spritzloch 3 mit der Zuführungsleitung 9 verbunden, so dass der unter Hochdruck stehende Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch 3 in den Brennraum 4 eindüst.

Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor 19 entsprechend zum Zurückfahren des Steuerkolbens 18 betätigt. Hierbei kommt es im Umsetzraum 43 wieder zu einem Druckanstieg der sich aufgrund des dabei deaktivierten zweiten Hydraulikpfads 29 unmittelbar auf die erste Kompensatorfläche 16 überträgt. Hierdurch verändert sich wiederum die Kräftebilanz an der Düsennadel 5, so dass sich eine in Schließrichtung 17 wirkende resultierende Kraft ausbildet. In der Folge fährt die Düsennadel 5 wieder in ihren Dichtsitz 8 ein und trennt erneut das wenigstens eine Spritzloch 3 von der Zuführungsleitung 9.

Auch diese Ausführungsform ermöglicht eine direkte Ansteuerung der Düsennadel 5 bei einem gleichzeitig relativ einfachen Aufbau.

5

10

## Ansprüche

1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere  
in einem Kraftfahrzeug,
- mit einem Düsenkörper (2), der mindestens ein Spritzloch (3) aufweist,
  - mit einer in einer Nadelführung (6) des Düsenkörper (2) geführten Düsennadel (5); mit der die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch (3) steuerbar ist,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass ein mit einem Aktor (19) antriebsgekoppelter Steuerkolben (18) vorgesehen ist, der eine erste Steuerfläche (21) aufweist,
  - dass die Düsennadel (5) eine erste Kompensatorfläche (16) aufweist oder mit einem eine erste Kompensatorfläche (16) aufweisenden Kompensatorkolben (32) antriebsgekoppelt ist,
  - dass die erste Kompensatorfläche (16) über einen ersten Hydraulikpfad (22) mit der ersten Steuerfläche (21) hydraulisch gekoppelt ist,
  - dass die erste Steuerfläche (21) über einen zweiten Hydraulikpfad (29) mit einer Zuführungsleitung (9) hydraulisch koppelbar ist, die dem wenigstens einen

Spritzloch (3) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Düsennadel (5) eine Druckstufe (12) aufweist, die permanent mit der Zuführungsleitung (9) hydraulisch verbunden ist.

3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Steuerkolben (18) zum Öffnen der Düsennadel (5) so betätigt wird, dass an der ersten Kompensatorfläche (16) der anliegende Druck abfällt.

4. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Hydraulikpfad (22) durch einen ersten Steuerraum (23), in dem die erste Steuerfläche (21) angeordnet ist, durch einen ersten Kompensatorraum (24), in dem die erste Kompensatorfläche (16) angeordnet ist, und durch eine Verbindungsleitung (25) führt, über die der erste Steuerraum (23) mit dem ersten Kompensatorraum (24) kommuniziert.

5. Einspritzdüse nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

- dass der Steuerkolben (18) eine zweite Steuerfläche (27) aufweist, die in einem zweiten Steuerraum (28) angeordnet ist, der mit der Zuführungsleitung (9) kommuniziert,
- dass der zweite Hydraulikpfad (29) durch den ersten Steuerraum (23) und durch einen gedrosselten Steuerkolbenbypass (30) führt, der zwischen dem Steuerkolben (18) und einer Steuerkolbenführung (20)

ausgebildet ist und den ersten Steuerraum (23) mit dem zweiten Steuerraum (28) hydraulisch verbindet.

6. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,

- dass der Kompensatorkolben (32) eine zweite Kompensatorfläche (34) aufweist, die in einem zweiten Kompensatorraum (35) angeordnet ist, der mit der Zuführungsleitung (9) kommuniziert,
- dass die beiden Kompensatorflächen (16, 34) bei Druckbeaufschlagung entgegengesetzt wirken.

7. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,

- dass der Steuerkolben (18) über eine Antriebsstange (40) mit dem Aktor (19) antriebsgekoppelt ist,
- dass der Aktor (19) als Hohlaktor ausgebildet ist, durch den die Antriebsstange (40) zentral hindurch geführt ist,
- dass die Antriebsstange (40) an einer vom Steuerkolben (18) abgewandten Seite des Aktors (19) einen vom Aktor (19) antreibbaren Antriebskolben (39) trägt,
- dass der Aktor (19) so ausgebildet und angeordnet ist, dass er bei seiner Betätigung den Antriebskolben (39) in einer Öffnungsrichtung (15) der Düsennadel (5) antreibt.

8. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1, 2 und 7,  
dadurch gekennzeichnet,

- dass die erste Steuerfläche (21) und die erste Kompensatorfläche (16) in einem gemeinsamen Umsetzraum (43) angeordnet sind,
- dass der Steuerkolben (18) und der Kompensatorkolben (32) koaxial ineinander geführt sind.

9. Einspritzdüse nach den Ansprüchen 6 und 8,  
dadurch gekennzeichnet,

dass der zweite Kompensatorraum (35) im Steuerkolben (18) ausgebildet ist und durch den Steuerkolben (18) hindurch mit der Zuführungsleitung (9) kommuniziert.

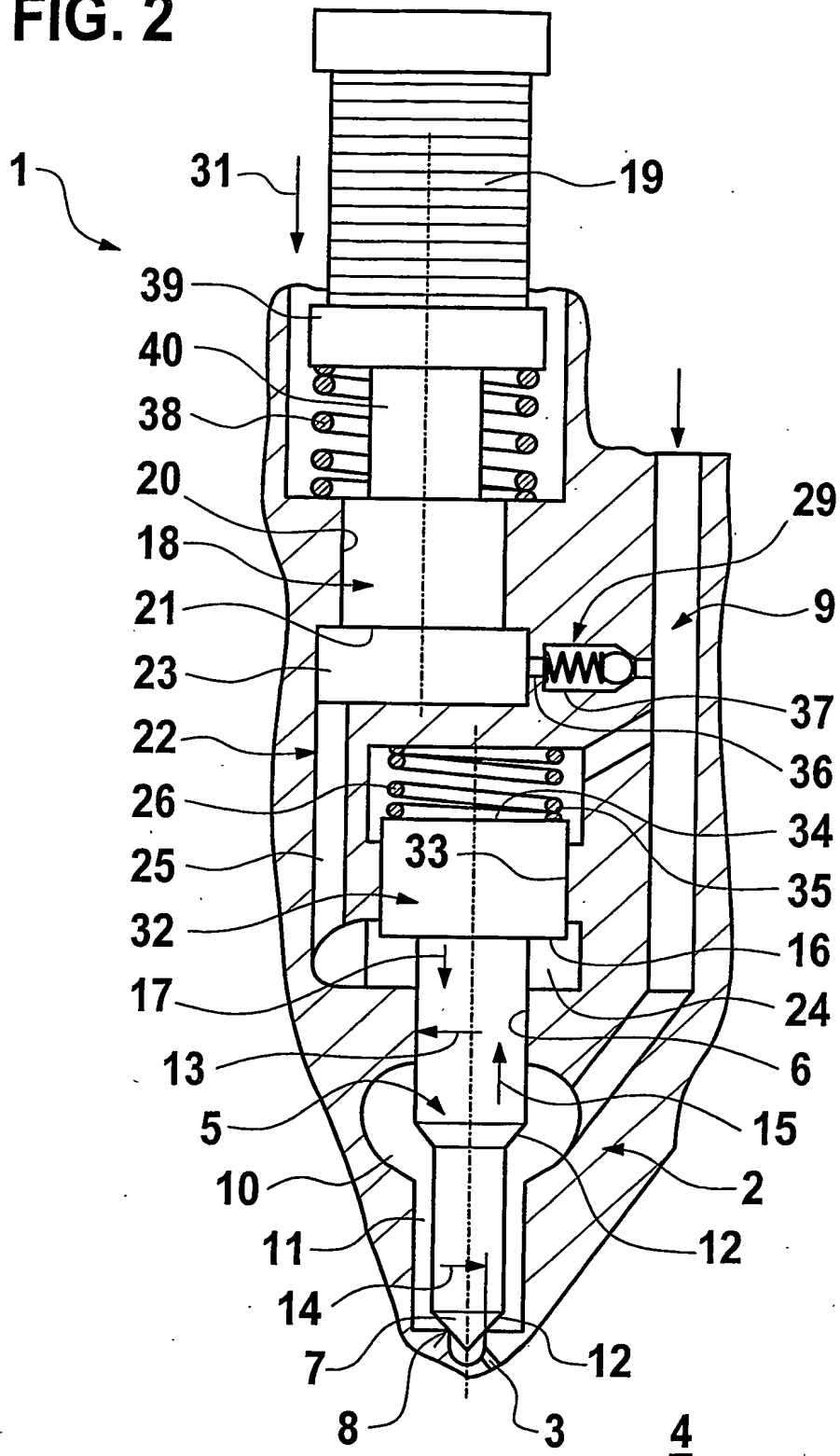
- 5 10. Einspritzdüse nach Anspruch 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der zweite Hydraulikpfad (29) durch einen  
Steuerkolbenbypass (30), der zwischen dem Steuerkolben (18)  
und einer Steuerkolbenführung (20) ausgebildet ist, und/oder  
10 durch einen Kompensatorkolbenbypass (47), der zwischen dem  
Kompensatorkolben (32) und einer Kompensatorkolbenführung  
(33) ausgebildet ist, führt.





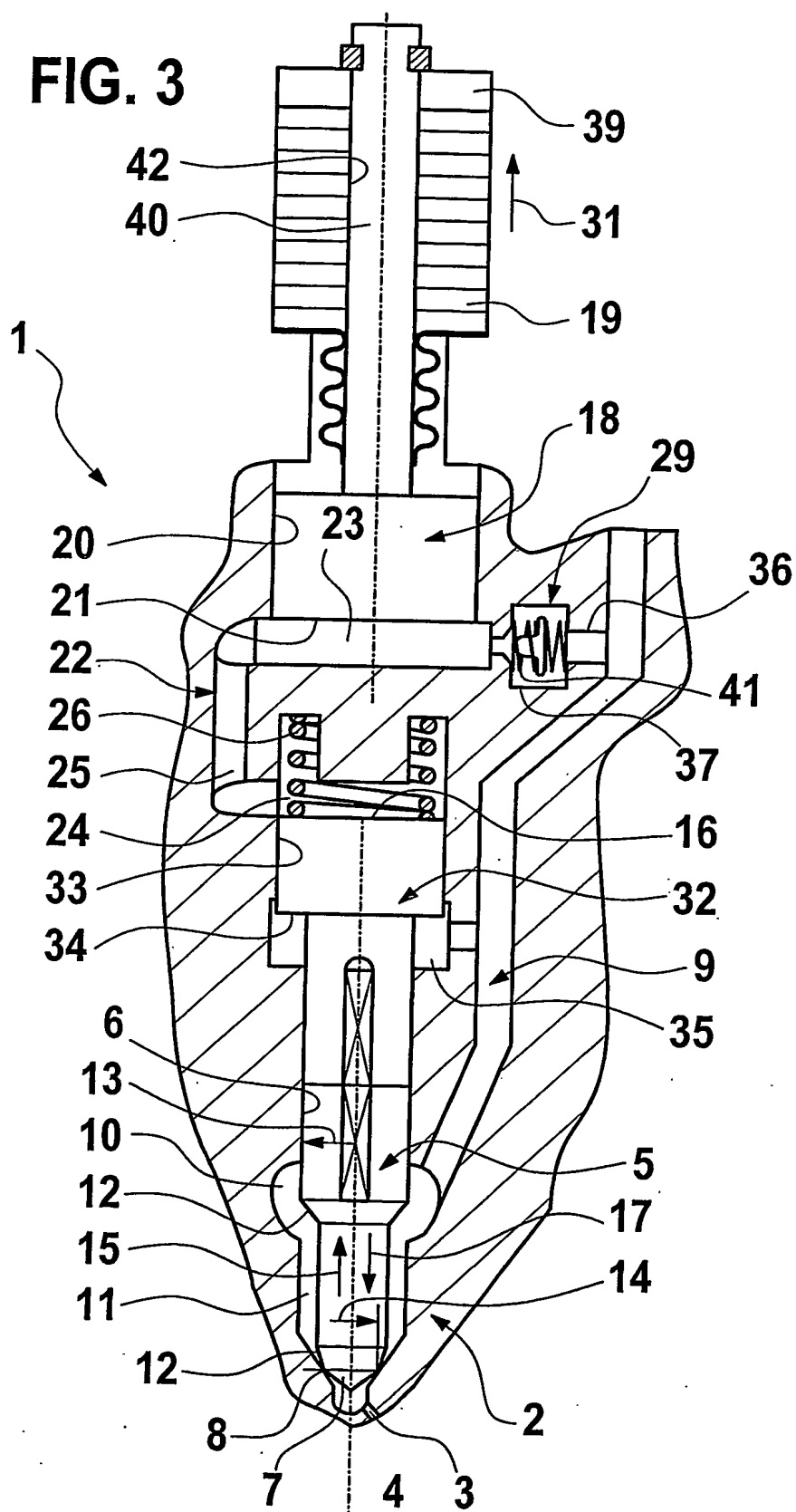
2 / 5

FIG. 2



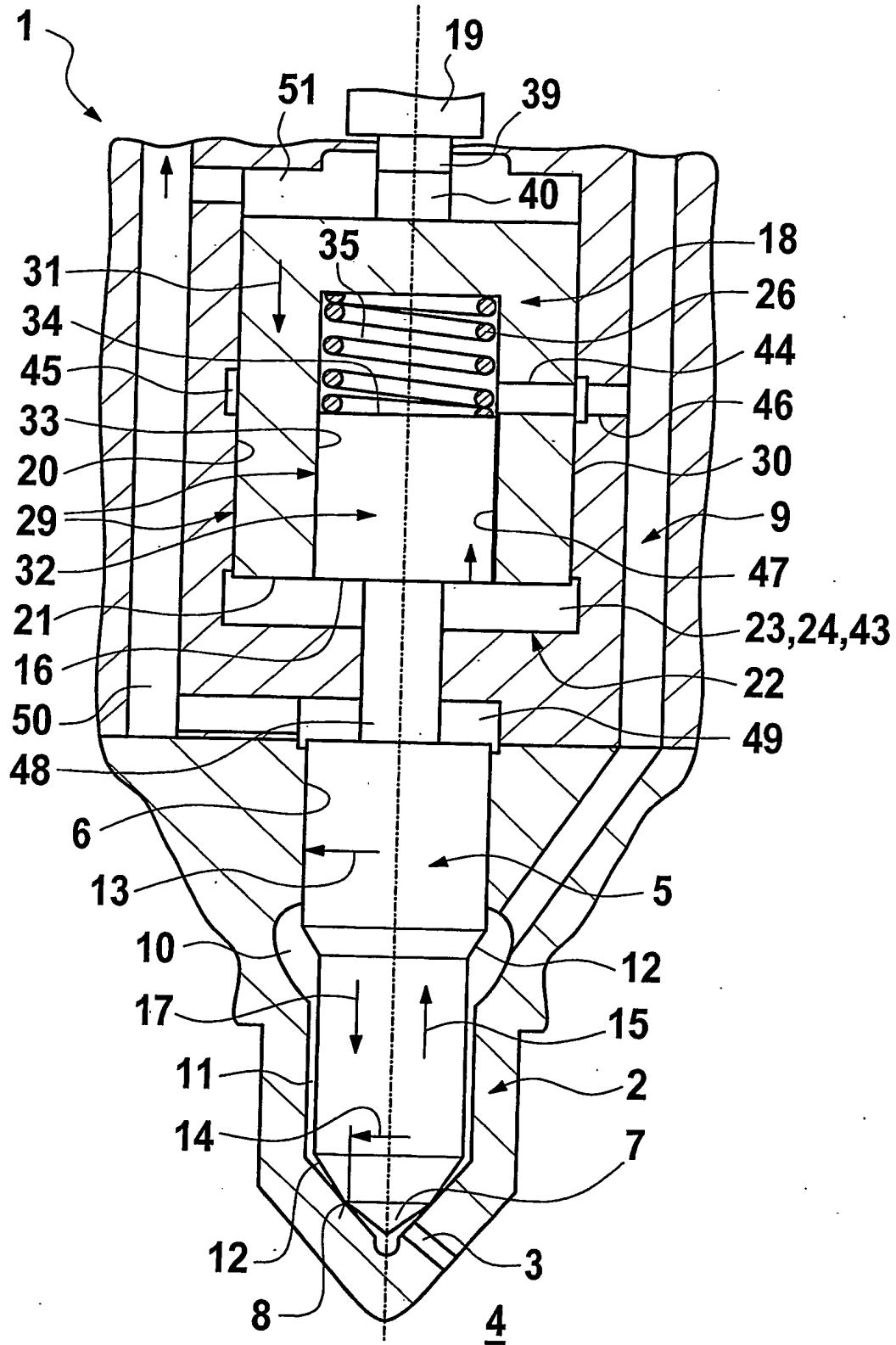
3 / 5

FIG. 3



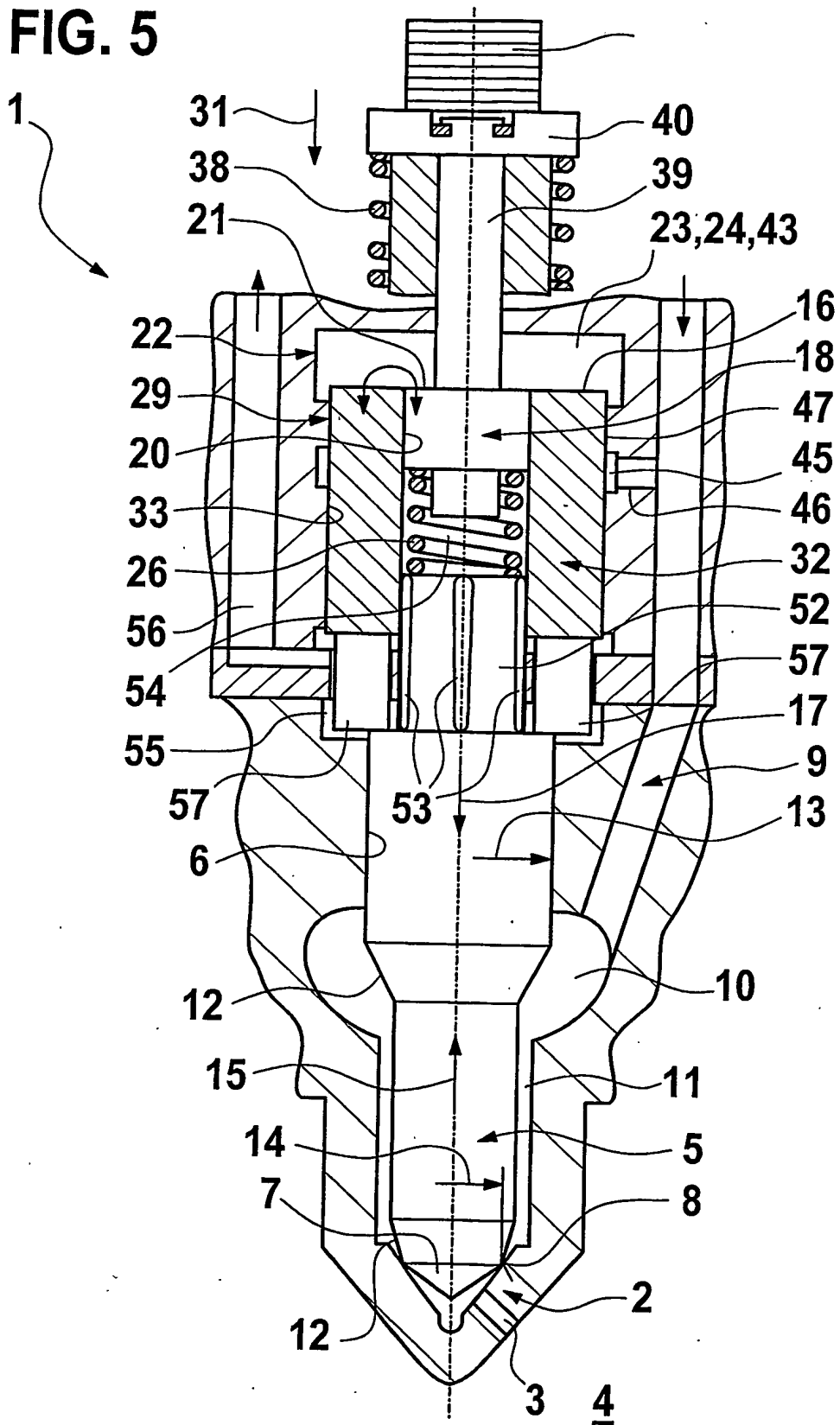
4 / 5

FIG. 4



5 / 5

FIG. 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000848

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M47/02 F02M51/06 F02M47/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 022 166 A (BART HANS U) 10 May 1977 (1977-05-10) column 4, line 33 -column 4, line 47; figure 2	1-4,7
X	US 6 119 952 A (KAPPEL ANDREAS ET AL) 19 September 2000 (2000-09-19) column 6, line 28 -column 6, line 54; figure 1	1,2,6
X	EP 0 324 905 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26 July 1989 (1989-07-26) column 4, line 58 -column 5, line 45; figure 1	1-5
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 2004

Date of mailing of the international search report

27/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Etschmann, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000848

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>DE 195 19 191 A (SIEMENS AG)  19 December 1996 (1996-12-19)  column 1, line 64 -column 2, line 8;  figure 1</p> <p>-----</p>	1,2,8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000848

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4022166	A	10-05-1977	US 4101076 A	18-07-1978
US 6119952	A	19-09-2000	DE 19839125 C1 FR 2782795 A1	20-04-2000 03-03-2000
EP 0324905	A	26-07-1989	JP 1187363 A DE 3876971 D1 DE 3876971 T2 EP 0324905 A1 US 4909440 A	26-07-1989 04-02-1993 13-05-1993 26-07-1989 20-03-1990
DE 19519191	A	19-12-1996	DE 19519191 A1 WO 9637698 A1 DE 59604782 D1 EP 0828936 A1 ES 2145446 T3	19-12-1996 28-11-1996 27-04-2000 18-03-1998 01-07-2000



# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000848

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M47/02 F02M51/06 F02M47/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 022 166 A (BART HANS U) 10. Mai 1977 (1977-05-10) Spalte 4, Zeile 33 -Spalte 4, Zeile 47; Abbildung 2	1-4,7
X	US 6 119 952 A (KAPPEL ANDREAS ET AL) 19. September 2000 (2000-09-19) Spalte 6, Zeile 28 -Spalte 6, Zeile 54; Abbildung 1	1,2,6
X	EP 0 324 905 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 26. Juli 1989 (1989-07-26) Spalte 4, Zeile 58 -Spalte 5, Zeile 45; Abbildung 1	1-5
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Etschmann, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000848

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DE 195 19 191 A (SIEMENS AG)  19. Dezember 1996 (1996-12-19)  Spalte 1, Zeile 64 -Spalte 2, Zeile 8;  Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1,2,8

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000848

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4022166	A	10-05-1977	US	4101076 A	18-07-1978
US 6119952	A	19-09-2000	DE	19839125 C1	20-04-2000
			FR	2782795 A1	03-03-2000
EP 0324905	A	26-07-1989	JP	1187363 A	26-07-1989
			DE	3876971 D1	04-02-1993
			DE	3876971 T2	13-05-1993
			EP	0324905 A1	26-07-1989
			US	4909440 A	20-03-1990
DE 19519191	A	19-12-1996	DE	19519191 A1	19-12-1996
			WO	9637698 A1	28-11-1996
			DE	59604782 D1	27-04-2000
			EP	0828936 A1	18-03-1998
			ES	2145446 T3	01-07-2000